

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГОУ ВПО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Кафедра древесиноведения и специальной обработки древесины

Ю.Б. Левинский
Р.И. Агафонова

Основы технологических и конструкционных расчетов в производстве строительных материалов из древесины (часть 1)

Методические указания к практическим занятиям
для студентов очной формы обучения.

Специальность 250403 «Технология деревообработки».

Специализация «Деревянное домостроение и защита древесины».

Дисциплина «Технология промышленного деревянного домостроения»

Екатеринбург
2010

Печатается по рекомендации методической комиссии факультета МТД
Протокол №1 от 24. сентября 2009 г.

Рецензент: к.т.н., профессор Ветошкин Ю.И.

Редактор Л.Д. Черных
Оператор Г.И. Романова

Подписано в печать 05.04.10.		Поз. 6
Плоская печать	Формат 60x84 1/16	Тираж 60 экз.
Заказ №	Печ. л. 1,86	Цена 9 руб. 32 коп.

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

ВВЕДЕНИЕ

Современное производство и строительство деревянных домов базируется на использовании различных материалов, изделий и конструкций, полученных на специализированных деревообрабатывающих предприятиях. Как правило, это – продукты полной заводской готовности. Они отвечают всем требованиям, регламентированным соответствующими нормами и правилами.

Для обеспечения заданного уровня соответствия качества продукции, технологичности производства стройматериалов и рационального потребления материально-сырьевых ресурсов необходимо грамотно и в полном объеме выполнить следующее:

- ✓ разработать оптимальную конструкцию изделия с учетом его назначения и технологии;
- ✓ рассчитать и оптимизировать основные технико-технологические параметры изделий, конструкций и строительных материалов;
- ✓ определить условия производства продукции, обеспечивающие требуемое качество и эффективное использование древесины.

Основные задачи должны быть решены на этапе проектирования как самих изделий и конструкций, так и технологического процесса, обеспечивающего их эффективное производство.

В настоящих методических указаниях к занятиям по технологии деревянного домостроения рассматриваются следующие примеры и задачи:

- ✓ расчет основных параметров клееных деревянных конструкций, изготовление и оценка технических свойств лабораторных моделей КДК;
- ✓ расчет потребления сырья и разработка структуры технологического процесса изготовления клееных щитов, конструкционных заготовок и блочных элементов столярно-строительного назначения;

Работы относятся к лабораторно-практическому типу занятий и содержат в себе три основных элемента: расчетно-теоретическое обоснование параметров; проектирование изделия (технологии) и лабораторное исследование свойств продукции на моделях изделий.

На основании изучения данного практического курса студент должен приобрести достаточные начальные навыки для выполнения специализированной самостоятельной работы по технологии строительных материалов и конструкций.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1

«Основы расчета деревянных несущих конструкций»

Строительные конструкции из древесины должны производиться в соответствии со СНиП 2-25-80 «Деревянные конструкции», в которых определены требования к параметрам эксплуатационной надежности и методика выполнения расчетов. Руководством к проведению проектных работ также может служить Стандарт организации СТО 36554501-002-2006 «Деревянные клееные и цельнодеревянные конструкции. Методы проектирования и расчета» (ФГУП НИЦ «Строительство»). На этапе проектирования необходимо выполнить расчет элементов изделий на прочность, устойчивость, деформативность, подобрать наиболее эффективные материалы, способы и средства соединения деталей между собой, определить оптимальные размеры заготовок, схемы их сборки, конструкции узлов соединений. Древесина - особый строительный материал. В отличие от стали, бетона, пластмасс она обладает ярко выраженной неоднородностью структуры. Прочностные и физические характеристики древесины зависят от направления ее волокон, породы и состояния. Пиломатериалы и заготовки в большинстве случаев подвержены изменению формы и размеров в условиях воздействия переменной влажности, температуры и нагрузок. Поэтому в процессе конструирования строительных изделий следует тщательно и технически обоснованно определять их структуру, комбинации заготовок, виды соединений и обеспечивать подбор материалов.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Строительные конструкции на основе древесины чаще всего бывают представлены балками различных типов, сборно-составными рамами, арками или фермами, стеновыми панелями и перегородками. При их изготовлении применяют склеивание, механическое соединение гвоздями, стяжками, зубчатыми пластинами, сборку на шипы и т.д.

1.1. Оценка надежности элементов конструкции по нагрузке и деформации

Для несущих конструкций наиболее важна оценка по двум предельным их состояниям:

- по несущей способности (прочности или устойчивости), при достижении предельного значения которой утрачивается сопротивляемость внешним воздействиям и происходит разрушение;
- по деформациям (прогибу, осадке, смещению и т.п.), превышение предельных величин которых означает, что изделие не может эксплуатироваться в соответствии с предъявляемыми к нему эксплуатационными требованиями, хотя еще сохраняется прочность и устойчивость конструкции.

Расчет показателей несущей способности обязателен для всех конструкций, работающих с приложением к ним силовых воздействий. Проверка по величине деформаций проводится для балок, ферм, чрезмерные прогибы которых могут ограничить возможность их нормальной эксплуатации. Расчет выполняется по наибольшим нагрузкам. Эти нагрузки называются *расчетными* и определяются умножением величин нормативных силовых воздействий на соответствующие *коэффициенты перегрузок*:

$$P_{расч} = P_n K_{пн} , \quad (1)$$

где $P_{расч}$ – предельная расчетная нагрузка, Н;

P_n – величина нормативной нагрузки, Н;

$K_{пн}$ – нормативный коэффициент перегрузки.

Расчет элементов и соединений деревянных конструкций ведется по наименьшему сопротивлению древесины – расчетному. При этом должны быть учтены все факторы, влияющие на несущую способность конструкции или ее элементов посредством включения в расчет *коэффициентов условий работы*, значения которых также определяются по справочным таблицам.

Итогом расчета по предельному состоянию несущей способности является результат сравнения, выраженный в формуле:

$$N \leq N_{\phi} \text{ или } \sigma \leq mR , \quad (2)$$

где N – расчетное усилие (нормальная сила, перерезывающая сила, изгибающий момент или их сочетания) от суммы воздействий расчетных нагрузок в наиболее невыгодной комбинации;

N_{ϕ} – расчетная несущая способность, зависящая от его геометрических размеров, расчетного сопротивления и условий работы элемента;

σ – наибольшее расчетное напряжение, возникающее в элементе при воздействии расчетных нагрузок;

R – расчетное сопротивление;

m – коэффициент условий работы.

Оценка конструкционной надежности по величине деформаций основывается на результатах расчета величины прогиба (перемещения и т.д.) под воздействием только нормативных нагрузок. Если деформации или перемещения, вызванные действием этих нагрузок, меньше предельных значений, установленных нормами, то исследуемая конструкция или элемент обеспечивают заказанные эксплуатационные гарантии. Это положение в общем виде характеризуется формулой

$$f_{расч} \leq [f] , \quad (3)$$

где $f_{расч}$ – расчетное перемещение или деформация;

$[f]$ – предельно допустимая величина линейного перемещения или деформации.

1.2. Оценка надежности клеевых соединений

Склеивание – один из наиболее распространенных способов соединения деталей и узлов в современных строительных деревянных конструкциях. Чтобы обеспечить требуемую прочность клееной конструкции, необходимо правильно рассчитать параметры сопряжений, точно определить размеры деталей и самого изделия, выбрать соответствующий клей. Для этого выполняется расчет пределов прочности при скалывании по клеевому слою, при отрыве перпендикулярно плоскости склеивания, при скалывании от воздействия нормальных нагрузок (изгиба) и т.д. Выбор варианта проверочного расчета зависит от типа и конструкции изделия, условий его работы и характера наиболее опасных разрушений. Например, клееные балки проверяют на скалывание по клеевому слою при действии изгибающей нагрузки. Для балок двутаврового сечения со стенкой из досок, приклеенных кромками к полкам, проверяют прочность на отрыв по клеевому соединению. Прочность склеивания считается достаточной, если выполняются условия, выраженные неравенством

$$T_1 \leq R_{ck} B \quad \text{или} \quad \tau = \frac{T_1}{F_{ck}} \leq R_{ck}, \quad (4)$$

где T_1 – расчетное сдвигающее усилие на единицу длины элемента, действующего на площадь скалывания $F_{ck} = B \cdot l = B$;

B – ширина сечения в плоскости сдвига;

τ – расчетное напряжение скалывания;

R_{ck} – расчетное сопротивление скалыванию вдоль волокон.

Сдвигающее усилие

$$T_1 = \frac{Q S_{\bar{o}p}}{J_{\bar{o}p}}, \quad (5)$$

где Q – расчетная нормальная сила;

$S_{\bar{o}p}$ – статический момент брутто части, сдвигаемой относительно нейтральной оси;

$J_{\bar{o}p}$ – момент инерции брутто рассматриваемого сечения.

Если требуется оценить надежность приклеивания нижней полки балки ко всей конструкции (двутавровая балка с нагрузкой на нижнюю полку), то необходимо рассчитать величину предела прочности на отрыв в направлении, перпендикулярном к плоскости клееного слоя, по формуле

$$P \leq 4ab \quad \text{или} \quad \sigma_{\bar{o}p} = \frac{P}{ab_1} \leq R_{p90}, \quad (6)$$

где P – расчетный сосредоточенный груз, расположенный в месте установки опорных планок щитов наката;

$\sigma_{\bar{o}p}$ – напряжение при обрыве нижней полки от стенки;

a – ширина опорной планки щитового наката;

b_1 – толщина стенки;

R_{p90} – расчетное сопротивление отрыву по клеевому слою поперек волокон (принимается с учетом неравномерного распределения напряжения по ширине и возможности частичного несклеивания по плоскости соединения равным 0,4 МПа).

Уровень оценки соответствия показателей прочности и деформативности установленным нормам оценивается сравнением полученных результатов с нормативными величинами.

Необходимые для выполнения данной учебной работы справочные материалы приведены в табл.1-6.

Дополнительные сведения можно получить из СНиП 2-25-80 и СТО 36554501-002-2006, а также «Рекомендаций по изготовлению и применению деревянных конструкций в строительстве».

1.3. Нормативно-справочный материал

Предел прочности (временное сопротивление)

Для древесины сосны и ели при влажности 15 % предел прочности должен быть не менее:

- при сжатии вдоль волокон300 кг/см² (30 МПа);
- при изгиб.....500 кг/см² (50 МПа);
- при скалывании вдоль волокон60 кг/см² (6,0 МПа).

Таблица 1

Коэффициенты условий работы балки на изгиб ($m_{\text{и}}$)

Высота сечения балки Н(см)	Ширина балки b (см)	
	<15	>15
<50	1,0	1,15
>100	0,75	0,8

Расчетные сопротивления

Сопротивление древесины в крупноразмерных элементах конструкций значительно меньше, чем в малых стандартных образцах. Это обусловлено неоднородностью древесины и влиянием пороков произрастания (сучки, косослой). Для перехода от сопротивления чистой древесины в малых образцах к сопротивлению строительной древесины установлены переходные коэффициенты – коэффициенты однородности. Они учитывают суммарное влияние действительных размеров элементов, влияние допустимых по нормам пороков и других факторов.

Таблица 2

Основные расчетные сопротивления древесины сосны и ели

Напряженное состояние и характеристики элементов	Обозначение	Расчетное сопротивление, МПа для сортов древесины		
		1	2	3
Изгиб, сжатие и смятие вдоль волокон:	$R_{и}; R_{с}; R_{см}$			
а) элементы прямоугольного сечения высотой до 50 см		14	13	8,5
б) элементы прямоугольного сечения шириной 11...13 см при высоте сечения 11...50 см		15	14	10
в) элементы прямоугольного сечения шириной свыше 13 см при высоте сечения 13...50 см		16	15	11
г) элементы из круглых лесоматериалов без врезок в расчетном сечении		---	16	10
Растяжение вдоль волокон:	R_p			
а) неклееные элементы		10	7	---
б) клееные элементы		12	9	---
Скалывание вдоль волокон:	$R_{ск}$			
а) при изгибе неклееных элементов		1,8	1,6	1,6
б) при изгибе клееных элементов		1,6	1,5	1,5
в) в лобовых врубках для максимального напряжения		2,4	2,1	2,1
г) местное в клеевых соединениях для максимального напряжения		2,1	2,1	2,1
Сжатие и смятие поперек волокон по всей поверхности	$R_{с90}, R_{см90}$	1,8	1,8	1,8
Скалывание поперек волокон:	$R_{ск90}$			
а) в соединениях неклееных элементов		1	0,8	0,6
б) в соединениях клееных элементов		0,7	0,7	0,6

Примечание. Значения основных расчетных сопротивлений для древесины других пород получают умножением данных табл.2 на коэффициенты, приведенные в табл.3.

Таблица 3

Коэффициенты расчетных сопротивлений древесины разных пород
по отношению к древесине сосны и ели

Порода древесины	Коэффициенты расчетного сопротивления		
	растяжению, изгибу, сжа- тию и смятию вдоль волокон	сжатию и смя- тию поперек волокон	скалыванию
Лиственница	1,2	1,2	1,0
Кедр сибирский	0,9	0,9	0,9
Пихта	0,8	0,8	0,8
Дуб	1,3	2,0	1,3
Береза, бук	1,1	1,6	1,3
Ольха, липа, осина, тополь	0,8	1,0	0,8

Примечание. Модуль упругости древесины вдоль волокон принимается при определении деформаций независимо от породы равным $E = 100000 \text{ кг/см}^2$. При отклонении условий эксплуатации от нормальных вносится поправка согласно табл.4.

Таблица 4

Коэффициенты снижения расчетных сопротивлений и модуля
упругости древесины для конструкций, работающих
в неблагоприятных условиях

Условия эксплуатации конструкций	Значения коэффициентов
Кратковременное увлажнение древесины с высыханием	0,85
Длительное увлажнение древесины	0,75
Воздействие установившейся температуры воздуха 35...50°C	0,8
Воздействие одной постоянной нагрузки, превышающей 80 % полного расчетного воздействия	0,8

Таблица 5

Нормативные нагрузки и коэффициенты перегрузки

Наименование нагрузок	Нормативная нагрузка, МПа	Коэффициент перегрузки
На чердачные перекрытия	7,5	1,4
На междуэтажные перекрытия	15,0	1,4
На перекрытия в административных, бытовых и коллективных помещениях	20,0	1,4

Таблица 6

Предельные допустимые прогибы изгибаемых элементов

Изгибаемые элементы	Предельные допустимые прогибы в долях от пролета
Элементы междуэтажных перекрытий	1/ 250
Элементы чердачных перекрытий	1/ 200
Элементы покрытий: прогоны, стропильные ноги обрешетка и настилы	1/ 200 1/ 150

2. МЕТОДИКА И ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Проверочный расчет клееной двутавровой балки

Клееные балки широко используются в конструкциях междуэтажных и чердачных перекрытий строительных объектов. Как правило, это комбинированные конструкции из досок, склеенных между собой (рис.1).

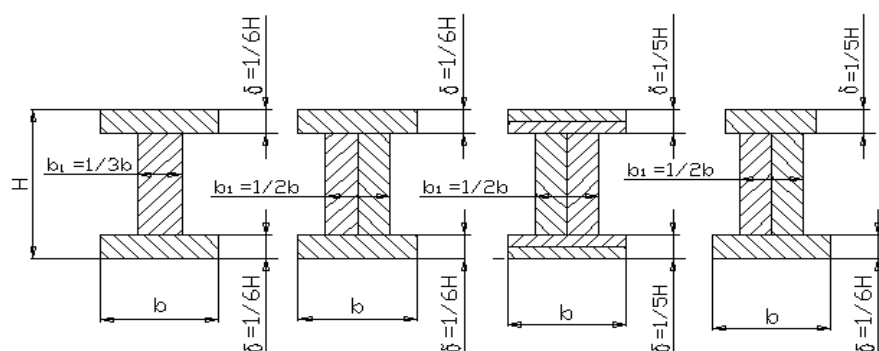


Рис.1. Типы поперечного сечения двутавровых клееных балок для перекрытий

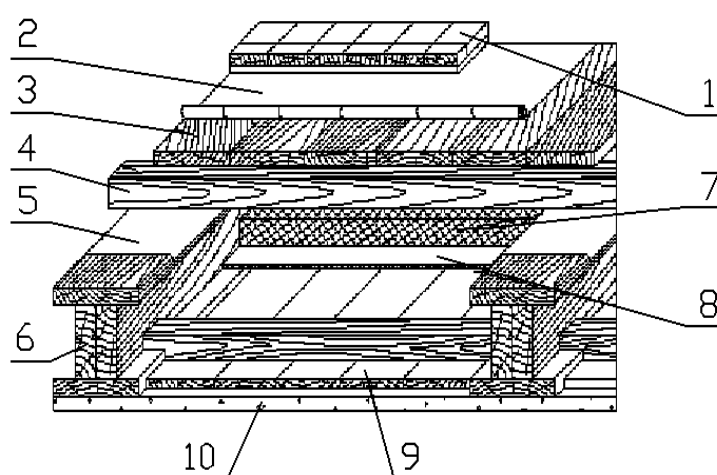


Рис. 2. Общий вид междуэтажного перекрытия по клееным балкам:

- 1 – чистый пол; 2 – рубероид; 3 – половой настил; 4 – лаги; 5 – акустический картон;
6 – клееная балка; 7 – минеральный наполнитель полости панели перекрытия;
8 – изолирующая прокладка; 9 – щиты наката; 10 – обшивка потолка

Задача. Выполнить проверочный расчет двутавровой клееной деревянной балки (рис.3), входящей в состав конструкции межэтажного перекрытия (рис.2).

Условие задачи

Расчетный пролет балки (L) 6 м;

Расстояние между осями балок (B) 1 м;

Материал для балок Доски сосновые 40 х 180мм;

Клей Резорциновый клей марки ФР-100.

Подсчет нагрузок на балку

Двутавровая балка выполнена из строганных сосновых досок сечением 40 х 180 мм. Параметры:

- полки двутавровой балки: $b = 180$ мм; $\delta = 37$ мм;
- стенки двутавровой балки: $b_1 = 2\delta = 2 \cdot 37 = 74$ мм; $h_{ст} = 174$ мм;
- общая высота балки: $H = 2\delta + h_{ст} = 2 \cdot 37 + 174 = 248$ мм.

Общая масса одного погонного метра этой балки (g_6) при плотности сосны $\rho = 500$ кг/м³ составляет:

$$g_6 = (2b\delta + b_1 h_1) \rho.$$

$$g_6 = (2 \cdot 0,18 \cdot 0,037 + 0,074 \cdot 0,074) \cdot 500 = 13,1 \text{ кгс/м или } 131 \text{ Н/м}$$

Собственная масса конструкции (g_k) межэтажного перекрытия определяется из расчета суммарной массы составляющих его элементов на площади в 1 м²:

$$g_k = \sum h_i \rho_i \quad (7)$$

где h_i - толщина элемента конструкции перекрытия, м;

ρ_i - плотность материала элемента конструкции, кг/м³.

Для расчетов по данному примеру принимаем величину $g_k = 228$ кг, что соответствует нагрузке на конструкцию в 2280 Н.

В соответствии со СНиП полезная нагрузка межэтажного перекрытия жилого дома составляет $g_n = 1500$ Н/м². Следовательно, нагрузка, приходящаяся на один погонный метр балки (g) определится по формуле

$$g = (g_k + g_n) \cdot B_n + g_6, \quad (8)$$

где B_n – величина пролета между двумя балками, м;

$$g = (2280 + 1500) \cdot 1,0 + 131 = 391,5 \text{ Н/м.}$$

Нормативная полезная нагрузка на один погонный метр рассчитывается по формуле

$$g_o = g_n B_n; \quad (9)$$

$$g_o = 150 \cdot 1,0 = 150 \text{ кгс/м (около 1,5 кН/м).}$$

Полная расчетная нагрузка с учетом принятого среднего коэффициента перегрузки $K_3 = 1,2$ составит:

$$G = 1,2 \cdot 3915 \sim 4700 \text{ Н/м}$$

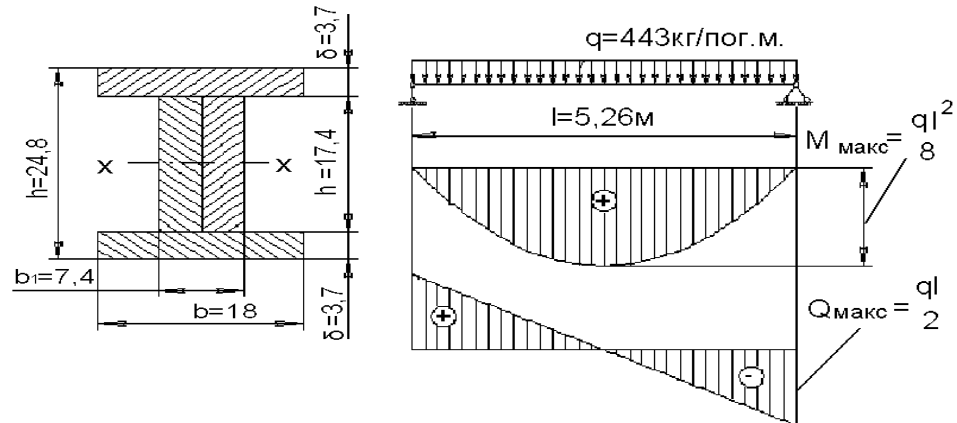


Рис. 3. Расчетная схема двутавровой клееной деревянной балки

Проверка прочности

а) площадь сечения

$$F = 2b \delta + b_1 h_{cn} \quad (10)$$

$$F = 2 \cdot 18 \cdot 3,7 + 7,4 \cdot 17,4 = 262 \text{ см}^2.$$

б) момент инерции относительно нейтральной оси X-X

$$J = \frac{bH^3 - (b - b_1)h_{cm}^3}{12}, \quad (11)$$

$$J = \frac{18 \cdot 24,8^3 - (18 - 7,4) \cdot 17,4^3}{12} = 18226 \text{ см}^4.$$

в) момент сопротивления сечения относительно оси X-X

$$W = \frac{J}{0,5 \cdot H}, \quad (12)$$

$$W = 18226 / 0,5 \cdot 24,8 = 1470 \text{ см}^3.$$

г) расчетный изгибающий момент

$$M = \frac{GL^2}{8}, \quad (13)$$

$$M = \frac{4700 \cdot 6^2}{8} = 21150 \text{ Нм}$$

д) расчетное напряжение при изгибе балки

$$\sigma_{изг} = \frac{M}{W}, \quad (14)$$

$$\sigma = \frac{21150 \cdot 10^2}{1470} = 1438,8 \text{ Н/см}^2 (\cong 14,4 \text{ МПа}).$$

Условием надежности работы балки по пределу прочности при статическом изгибе является обеспечение соотношения

$$\sigma_{изг} < m_n R_n, \quad (15)$$

где $m_{и}$ - коэффициент условий работы элемента на изгиб, принимаемый для досок, брусков и брусьев с учетом влияния абсолютных размеров сечений по табл.1;

$R_{и}$ - расчетное сопротивление древесины изгибу (табл.2).

Примечание. Для балок двутаврового и рельсовидного сечений значение коэффициента условий работы принимается равным 0,9 при соотношении $b_1/b = 1/2$ и 0,8 при $b_1/b = 1/3$.

В данном примере по величине соотношения $1 / 2,4$ принимаем $m_{и} = 0,86$.

Тогда предельно допустимое значение

$$[\sigma] = 0,86 \cdot 1300 = 1118 \text{ Н/см}^2 \sim 14,4 \text{ МПа.}$$

Из неравенства $\sigma_{изг} > [\sigma]$ следует, что двутавровая клееная балка с принятыми конструктивными параметрами не обеспечивает необходимой прочности при нагрузке в 470 кг/м.(4,7 кН/м).

Проверка прогиба

Упругий прогиб вызывается действием изгибающего момента и определяется по формуле

$$f = \frac{5gL^4}{384E8J}, \quad (16)$$

где E – модуль упругости древесины.

Теоретические пояснения

Прогиб деревянных изгибаемых элементов определяется под действием нормативной нагрузки и сравнивается с предельным значением прогиба, который допускается по нормам, установленным на основе опыта эксплуатации конструкций.

Балка имеет достаточную жесткость, если выполняется необходимо, чтобы обеспечивалось соотношение

$$\frac{f}{L} \leq \left[\frac{f}{L} \right], \quad (17)$$

где $\frac{f}{L}$, $\left[\frac{f}{L} \right]$ – расчетный и предельно допустимый относительные прогибы балки, соответственно.

Для свободно лежащей балки, находящейся под действием равномерно распределенной нагрузки, наибольший относительный прогиб в середине пролета балки равен:

$$\frac{f}{L} \leq \left[\frac{50q_n L^3}{384EJ} \right], \quad (18)$$

где q – полная нормативная нагрузка на длину балки.

Величина упругого прогиба f с учетом перевода единиц измерения, см составит

$$f = \frac{5 \cdot 39,15 \cdot 600^4}{384 \cdot 1000000 \cdot 18226} = 5,49 \text{ см.}$$

Полный прогиб с учетом влияния сдвигающих сил:

$$f_n = f \left(1 + \Psi \frac{H^2}{L^2} \right), \quad (19)$$

где H / L – отношение высоты балки к пролету;

Ψ – коэффициент, зависящий от формы сечения.

Для двутавровых балок с равномерным распределением нагрузки и наличии двух опор,

$\Psi = 37$ при соотношении толщины стенки к ширине полки $b_1 / b = 1 : 2$;

$\Psi = 50$ при $b_1 / b = 1 : 3$.

Относительный прогиб рассчитываемой балки перекрытия составляет:

$$\frac{f_n}{L} = \frac{5,88}{600} = \frac{1}{102}.$$

Согласно табл. 6 предельно допустимая величина относительного прогиба составляет $\left(\frac{f}{L} \right) = \frac{1}{250}$.

Так как соотношение $\frac{f_n}{L} \leq \left(\frac{f}{L} \right)$ не выполняется, то данная балка не обладает требуемой жесткостью.

Проверка прочности на скалывание по клеевому слою

✓ В местах соединения полки со стенкой

Перерезывающая сила на опоре:

$$Q_{\max} = \frac{g L}{2} = \frac{4700 \cdot 6}{2} = 14100 \text{ Н}.$$

Статический момент сечения полки, сдвигаемой по клеевому слою относительно нейтральной оси $X - X$, определяется по формуле

$$S_o = b \cdot \delta \left(\frac{h_{cm} + \delta}{2} \right); \quad (20)$$

$$S_o = 18 \cdot 3,7 \left(\frac{17,4 + 3,7}{2} \right) = 703 \text{ см}^3.$$

Расчетное напряжение скалывания определится из выражения

$$\tau = \frac{Q_{\max} S_o}{b_1 J} \quad (21)$$

$$\tau = \frac{14100 \cdot 703}{7,4 \cdot 18226} = 73,5 \text{ Н/см}^2. (\sim 0,74 \text{ МПа}).$$

Нормативное значение $[R_{\text{скл}}] = 1,6 \text{ МПа}$ (табл.2).

С учетом коэффициента условий работы $K = 0,75$,

$$[R_{\text{скл}}]^{\text{пр}} = 0,75 \cdot 1,6 = 1,2 \text{ МПа}.$$

Коэффициент условий работы на скалывание по клеевому слою с учетом возможности непрочности при толщине стенки более 8 см состав-

ляет 0,75. Так как $\tau < [R_{\text{скл}}]^{\text{пп}}$ или $7,35 < 18$, то прочность на скалывание в местах соединения полки со стенкой обеспечивается почти с двукратным запасом.

✓ При скалывании по нейтральному слою

Статический момент половины площади сечения относительно нейтральной оси X – X определяется:

$$S_x = S_o + b_1 \cdot \frac{h_{cm}}{8}; \quad (22)$$

$$S_x = 703 + 7,4 \cdot \frac{17,4^2}{8} = 983 \text{ см}^3.$$

Прочность древесины при скалывании по нейтральному слою X – X

$$\tau_{\text{макс}} = \frac{Q_{\text{макс}} S_x}{J b_1}; \quad (23)$$

$$\tau_{\text{макс}} = \frac{14100 \cdot 983}{18226 \cdot 7,4} = 103 \text{ Н/см}^2 = 1,03 \text{ МПа}.$$

Предельно допустимое значение $[\tau_{\text{макс}}] = m_{\text{ск}}[R_{\text{скл}}] = 1,0 \cdot 1,6 = 1,6 \text{ МПа}$;
 $\tau_{\text{макс}} < [\tau_{\text{макс}}]$. Прочность обеспечена с $K = 1,55$.

Проверка прочности клеевого соединения на отрыв нижней полки от стенки двутавровой балки

В принятой конструкции опора щитов наката на полку балки осуществляется сосредоточенно, то есть на планки 2 (см. рис.2). Расчетное сосредоточенное усилие P , действующее на полку балки и отрывающее ее в местах примыкания опорных планок с двух сторон балки, составит:

$$\frac{P}{2} + \frac{P}{2} = P = 2 \left(g_{\text{щ}} S \frac{B_n - b_1}{2} \right) = g_{\text{щ}} S (B_n - b_1), \quad (23)$$

где $g_{\text{щ}}$ – расчетная собственная масса 1 м^2 перекрытия, создающая давление на полки балки через опорные планки;

S – расстояние между опорными планками, м.

По схеме (рис.2) давление на полки двутавровой балки создается поперечными внутренними балками с прикрепленным к ним дощатым полотном подшивки 9, паро- и теплоизоляционными материалами (поз. 7 и 8). В расчетах принимаем $g_{\text{щ}} = 190 \text{ кгс (1900 Н)}$

$$P = 190 \cdot 0,65 (1,0 - 0,074) = 114,4 \text{ кг}.$$

Площадь приклеивания нижней полки к стенке, оказывающая сопротивление отрыву, составляет:

$$F_{\text{отр}} = C b_1; \quad (24)$$

$$F_{\text{отр}} = 10 \cdot 7,4 = 74 \text{ см}^2.$$

Предел прочности при отрыве по клеевому слою ($\tau_{\text{отр}}$) определяется по формуле

$$\tau_{\text{отр}} = \frac{P}{F_{\text{отр}}}; \quad (25)$$

$$\tau_{отр} = \frac{1200}{74} = 16,21 \text{ Н/см}^2 \text{ (0,16 МПа)}.$$

Нормативное значение $[\tau_{отр}]$ для склеивания заготовок клеем ФР-100 – 0,3 МПа. Так как $\tau_{отр} < [\tau_{отр}]$ или $0,16 < 0,3$, то клеевое соединение обеспечивает надежность конструкции по данному параметру с коэффициентом запаса

$$K_3 = \frac{3}{1,55} = 1,94.$$

ОТЧЕТ №1 (рекомендуемая форма)

«Основы расчета клееных деревянных конструкций»

1. Общая характеристика параметров и критериев оценки элементов клееных деревянных конструкций.

Строительные конструкции для малоэтажного деревянного домостроения в большинстве случаев изготавливаются сборно-клееными. В основном это несущие балки для перекрытий и горизонтальных опор, стеновые панели и перегородки, арки, стропильные фермы и рамы, а также другие строительные элементы.

Далее приводится характеристика параметров, свойств и назначения конструкций, указанных в задании.

Затем приводятся эскизы (Рис.1. Примеры конструкций с силовым нагружением).

2. Основные оценочные показатели и методы испытаний.

2.1. Показатели сопротивления конструкции механическим нагрузкам (изгибу, растяжению и др.):

а) предел прочности при статическом изгибе ($\sigma_{изг}$);

$$\sigma_{изг} = \frac{M}{W}, \quad \sigma_{изг} = \dots\dots \text{(показать промежуточные расчеты);}$$

б) величина прогиба (f) и др.,

$$f_n = f \left(1 + \Psi \frac{H^2}{L^2} \right), \quad f_n = \dots\dots \text{(показать промежуточные расчеты).}$$

2.2. Показатели прочности клеевых соединений:

а) предел прочности при скалывании по клеевому слою ($\sigma_{скл.}$);

$$\sigma_{скл.} = P_{max} / a b$$

б) предел прочности клееного материала на отрыв по клеевому слою ($\sigma_{отр}$) и т.д;

в) предел прочности при изгибе (по результатам испытаний),

$$\sigma_{\text{изг.}} = 3P_{\text{max}} L / 2 b h^2.$$

Приводятся эскизные схемы (Рис.2. Схемы испытаний образцов материалов при разрушающем контроле: а – испытание на скалывание по клеевому слою; б – испытание образцов на отрыв по клеевому соединению; в – испытание материала (балки прямоугольного сечения) на изгиб).

Получаемые при лабораторных испытаниях или расчетах конструкций показатели прочности и деформаций сравниваются с их нормативными значениями, установленными СНиП и иными документами. При этом должны выполняться условия типа:

$$f_{\text{факт}} \leq K_{\text{д}} [f] \quad \text{и} \quad \sigma_{\text{скл.}} \leq K_{\text{скл.}} [\sigma]_{\text{скл.}} \quad \text{и т.д.,}$$

где $f_{\text{факт}}$ и $\sigma_{\text{скл.}}$ – расчетные или опытные параметры оценок;

$[f]$ и $[\sigma]_{\text{скл.}}$ – нормативные значения оцениваемых характеристик;

$K_{\text{д}}$ и $K_{\text{скл.}}$ – нормативные значения коэффициентов запаса

3. ЗАДАНИЕ К ИНДИВИДУАЛЬНОМУ ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗАНЯТИЮ (ПРИМЕР)

Условие: Выполнить проверочные расчеты по надежности заданного элемента конструкции (двухтавровой деревянной балки, работающей в составе чердачного (междуэтажного) перекрытия, балки клееной прямоугольного сечения и т.д.).

Параметры: расчетный пролет балки (L)
 расстояние между балками (B).....
 нормативная нагрузка (q_n)
 расчетная нагрузка (q)
 масса наката по панели (q')
 другие параметры балки (согласно схеме).

Решение

Приводится рисунок (Рис.3. Схема конструкции панели).

.....

Приводится рисунок (Рис.4. Схема и параметры деревянной балки).

Проверка прочности. Привести расчеты и обработку результатов.

Проверка прогиба. Привести расчеты и обработку результатов.

Проверка прочности склеивания. Привести расчеты и обработку результатов.

Выводы и комментарии

1.

2.

3.

и т.д.

Исполнители:

Работу принял:

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2

«Технология клееных балок и щитов. Расчет потребления сырья и материалов»

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТРУКТУРЫ И ПАРАМЕТРОВ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ КЛЕЕНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Изделиями (материалами) этой группы являются блочные и щитовые конструкции, получаемые в результате склеивания заготовок и деталей по кромкам, пласти и длине (рис.1).

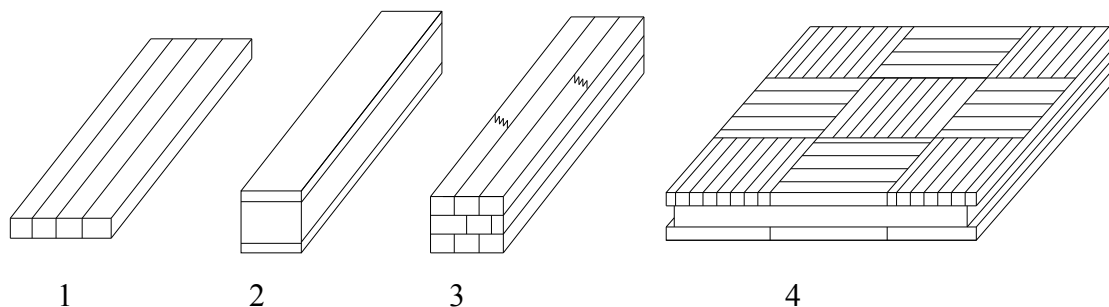


Рис. 1. Клееные материалы конструкционно-строительного назначения
1- клееные реечные щиты; 2- клееный трехслойный брус; 3- сборно-клееная балка;
4 - двухслойные щиты паркета

Технологические расчеты включают в себя:

- а) определение производственной программы участка, цеха;
- б) определение потребности в пиломатериалах;
- в) определение потребности в оборудовании.

В начале работы необходимо рассчитать объем выпуска заданной продукции, то есть определить производственную программу участка.

Производственная программа – это планируемый объем выпуска изделий (материалов) одного или нескольких видов в течение смены, месяца, квартала, года. Он рассчитывается по производительности головного (основного) оборудования, входящего в состав технологического потока, линии, участка. В производстве клееных конструкций из древесины программа выпуска определяется, исходя из результатов расчета производительности клеильного пресса.

Для пресса периодического действия часовая производительность вычисляется по формуле:

$$(1) \quad \Pi_{\text{час}} = (60 \cdot l \cdot b \cdot S \cdot n \cdot K_p) / t_{\text{ц}},$$

где l, b, S – линейные размеры изделия (щита, блока, бруса и т.д.), м;
 n – количество изделий, получаемых в течение одного цикла работы пресса, шт.;
 K_p – коэффициент использования рабочего времени ($K_p = 0,85 - 0,95$);
 $t_{\text{ц}}$ – продолжительность цикла одной запрессовки, мин.;

Примечание. Полная продолжительность цикла запрессовки принимается из расчета по формуле:

$$t_{\text{ц}} = t_p + t_{\text{всп}}, \quad (2)$$

где t_p – продолжительность выдержки материала в прессе;
 $t_{\text{всп}}$ – продолжительность выполнения операций по загрузке и разгрузке пресса, смыканию и размыканию плит, а также иных, которые выполняются за пределами процесса прессования или склеивания.
 Производительность прессов проходного типа определяется по формуле

$$\Pi_{\text{час}} = 60 \cdot u \cdot b \cdot S \cdot K_3 \cdot K_T, \quad (3)$$

где u – скорость подачи или прохождения склеиваемого материала через прессующее устройство, м/мин.;
 b, S – соответственно ширина и толщина изделия, м;
 K_p – коэффициент использования рабочего времени ($K = 0,85 - 0,9$);
 K_T – коэффициент, учитывающий потери времени из-за межторцовых разрывов при подаче материала ($K_T = 0,9 - 0,95$);

Годовая программа цеха по выпуску клееной продукции рассчитывается по формуле

$$Q_B = \sum (\Pi_{\text{час}} \cdot T_{\text{эф}}), \quad (4)$$

где n – количество прессов, шт.;
 $\Pi_{\text{час}(i)}$ – расчетная производительность пресса, м²/ч (м³/ч);
 $T_{\text{эф}(i)}$ – эффективный годовой фонд работы пресса, ч;

$$T_{\text{эф}} = m \cdot T_{\text{см}} \cdot t, \quad (5)$$

где m – количество дней работы пресса за год;
 $T_{\text{см}}$ – продолжительность рабочей смены, ч;
 t – сменность работы.

Примечание: При выполнении расчетов в общих случаях можно принимать $T_{\text{эф}} = 2000$ ч для односменной работы оборудования.

Пример. Определить производственную программу участка клееных двуслойных реечных щитов, оборудованного однопролетным прессом периодического действия.

Исходные данные:

размеры щитов 600 x 600 x 32 мм;

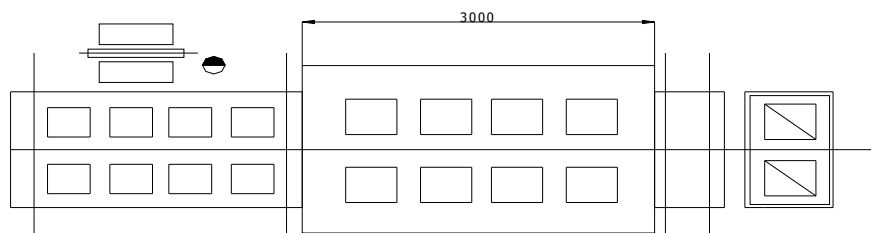
клей на основе карбамидной смолы;
пресс однопролетный с плитами размером 3000 x 1320 мм;
загрузка механизированная:

скорость ленточного транспортера $V = 0,6$ м/с
(холостой ход $V = 1,2$ м/с)

Пояснения и схемные решения

На подающем ленточном транспортере, являющемся загрузочно-разгрузочной платформой, оптимально размещаются 8 щитов размером 600 x 600 мм. Эта платформа с партией щитов входит в промежуток между плитами гидравлического пресса и возвращается в исходное положение со скоростью 0,6 м/с. Зона перемещения (в данном случае 3,6 м), таким образом, удваивается. При обратном ходе подающего транспортера склеенные щиты последовательно выталкиваются упором, перемещающимся вместе с транспортерной платформой, на приемный конвейер и с него выходят на стол – стопуюкладчик. Новая партия заготовок для склеивания в это время занимает положение предыдущей (рис.2).

а)



б)

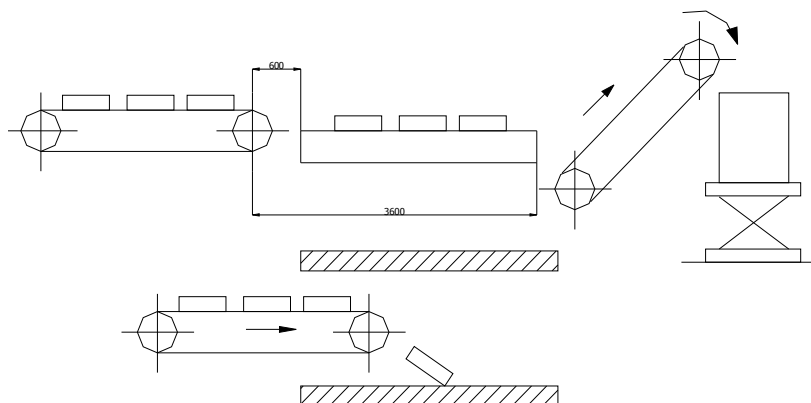


Рис. 2. Схемы организации участка склеивания щитов и механизированной транспортировки материалов:

а) сборка-склеивание щитов на базе однопролетного пресса периодического действия; б) схема последовательного перемещения заготовок и щитов;

Примечание: В персональном задании на лабораторно-практическую работу способ и технические средства, используемые для склеивания щитов, могут быть иными.

Продолжительность загрузки щитов составляет:

$$t_{\text{загр}} = 3,6/0,6 + 3,6/0,6 = 6+6 = 12 \text{ с.}$$

Время смыкания и размыкания плит пресса: $t_{\text{см}} = 10 \text{ с.}$

Время подъема и снятия давления (по характеристике пресса): $t_{\text{д}} = 8 \text{ с.}$

Общее время вспомогательных операций:

$$t_{\text{всп}} = 12 + 10 + 8 = 30 \text{ с.}$$

Продолжительность склеивания щитов толщиной 32 мм клеем на основе карбамидоформальдегидной смолы при температуре плит пресса $t = 105 \dots 110 \text{ }^{\circ}\text{C}$ составляет $t_{\text{р}} = 10 \dots 12 \text{ мин.}$

С учетом принятого $t_{\text{р}} = 10 \text{ мин.}$, продолжительность цикла одной запрессовки составит

$$t_{\text{ц}} = 10 + 0,5 = 10,5 \text{ мин.}$$

Часовая производительность пресса:

$$P_{\text{час}} = (0,94 \cdot 60 \cdot 0,6 \cdot 0,6 \cdot 0,032 \cdot 8) / 10,5 = 0,49 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$\text{или} \quad P_{\text{час}} = 14,2 \text{ м}^2/\text{ч}; \quad P_{\text{час}} = 40 \text{ шт/ч.}$$

Годовой выпуск клееных щитов этого типа в условиях двухсменной работы участка составит:

$$Q_{\text{в}} = 14,2 \cdot 2000 \cdot 2 = 56800 \text{ м}^2$$

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ ПОТРЕБЛЕНИЯ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ КЛЕЕНЫХ ЩИТОВ

Расчеты основываются на определении коэффициентов межоперационных потерь древесины по всей технологической цепочке изготовления заданного вида продукции. Для каждой операции обработки заготовок и деталей установлены соответствующие припуски, которые приводятся в справочниках или инструкциях по производству изделий и зависят от размеров материала, способов его обработки и технических возможностей оборудования.

2.1. Первичная торцовка пиломатериалов

На данной операции проводят раскрой досок на отрезки, длина которых соответствует размеру заготовок щита. Первичная торцовка выполняется без вырезки дефектов и пороков древесины. Если длина деталей щита (реек) относительно невелика, то при первичном поперечном раскрое досок следует получать заготовки кратных длин, что обеспечивает удобство и рациональность их обработки на последующих операциях (рис.3).

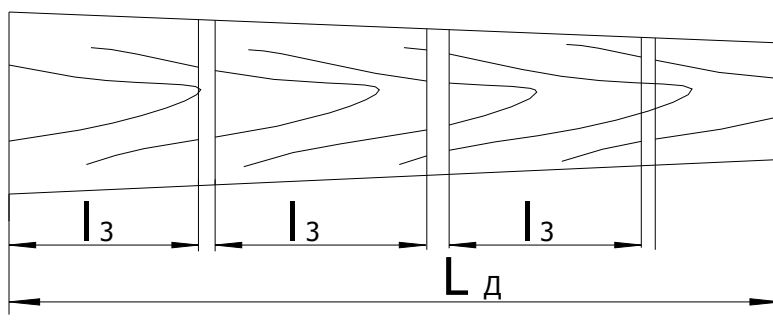


Рис. 3. Первичная торцовка досок на кратные заготовки

Припуски на длину заготовок указаны в табл. 1.

Таблица 1

Припуски по длине деталей (реек) клееного щита, мм

Длина щита	Ширина щита	Припуск по длине
До 800	До 300	20
	300 ... 600	25
	600 ... 800	30
801 ... 1600	До 400	25
	Более 400	30
1601 ... 2400	До 800	30
	Более 800	35

Коэффициент выхода черновых заготовок из досок определенной длины рассчитывается по формуле

$$K_1 = [(l_{щ} + \Delta l_1) n_{заг}] / L_d, \quad (6)$$

где $l_{щ}$ - длина щита (реек), мм;

Δl_1 - нормативный припуск по длине, мм;

$n_{заг}$ - целое число черновых заготовок, выпиливаемых из доски;

p - ширина пропила, мм; $p = 4$ мм.

Для щитов размером 600x600 (пример) длина черновых заготовок составляет:

$$l_1 = 600 + 25 - 625 \text{ мм}; \quad \Delta l_1 = 25 \text{ мм (см. табл. 1);}$$

Из досок длиной $L = 6$ м можно получить 6 целых заготовок:

$$N = (LK_{п}) / l_1, \quad (7)$$

где $K_{п}$ - коэффициент, учитывающий потери на торцовку и пропилы,

$$K_{п} = 0,9 \dots 0,98$$

$$n = (6000 \cdot 0,95) / 625 = 9,12 \text{ шт.} \quad n = 9 \text{ шт.}$$

Полный выход: $K_1 = (6 \cdot 0,625) / 4 = 0,937$.

Процент отходов древесины: $P_1 = 6,3 \%$.

2.2. Продольный раскрой заготовок на рейки с учетом строгания

Продольный раскрой черновых заготовок на рейки для щита выполняется по одной из схем (рис. 4) в зависимости от толщины исходных пиломатериалов.

Размеры реек можно определить из расчета по формуле:

- при раскросе по схеме (а):

$$B_p = S_d - \Delta S_d \quad S_p = \frac{B_d - \Delta B - (n-1)p}{n} \quad (8)$$

- при раскросе по схеме (б):

$$B_p = B_d - (n-1)p - \Delta B; \quad S_p = S_d - \Delta S_d, \quad (9)$$

где B_d ; S_d - ширина и толщина досок, мм;

B_p ; S_p - ширина и толщина реек, мм;

n - количество реек, получаемых из одной заготовки, шт.;

ΔB ; ΔS - припуски на фрезерование с двух сторон, мм (табл. 2, 3);

p - ширина пропила.

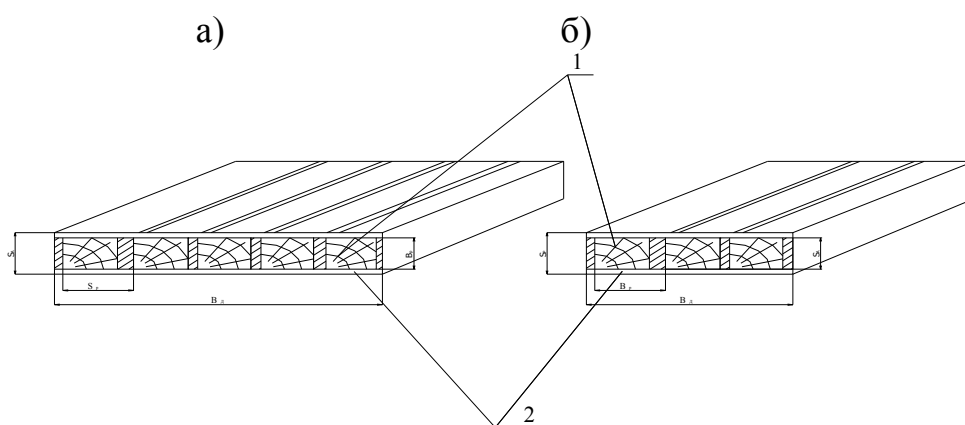


Рис. 4. Схема раскроя досок на черновые заготовки (рейки):
а - толстых; б - тонких; 1 - пропилы; 2 - припуски на фрезерование

Рекомендуемые припуски на фрезерование приведены в табл.2 и 3.

Таблица 2

Припуски на фрезерование по ширине с двух сторон
без предварительного фугования

Порода древесины	Номинальная толщина деталей, мм					
	до 30			31 ... 95		
	Номинальная ширина деталей, мм					
	до 55	56...95	96...195	до 55	56...95	96...195
Сосна, ель, пихта	4,0	4,5	5,0	4,5	5,0	5,5
Береза, осина	4,5	5,0	5,5	5,0	5,5	6,0

Таблица 3

Припуски на фрезерование по толщине с двух сторон без предварительного фугования

Порода древесины	Номинальная толщина деталей, мм					
	до 55			31 ... 95		
	Номинальная ширина деталей, мм					
	до 55	56...95	96...195	до 55	56...95	96...195
Сосна, ель, пихта	3,5	4,0	4,5	4,5	5,0	5,5
Береза, осина	4,0	4,5	5,0	4,5	5,0	5,5

При отдельных операциях раскроя черновых заготовок на рейки и фрезерования выход деталей без их строгания составит:

$$K_{2н} = \frac{B_d - (n-1)p}{B_d}. \quad (10)$$

Коэффициент выхода строганых заготовок составит:

$$K_{2с} = \frac{B_p S_p}{(B_p - \Delta B)(S_p + \Delta S)}. \quad (11)$$

При использовании толстых досок (рис. 4,а) операции фрезерования и продольного раскроя совмещены, а коэффициент выхода рассчитывается по формуле

$$K_2 = \frac{nB_p S_p}{B_d S_d}. \quad (12)$$

Для заданных щитов (пример) имеем:

сосновые доски 2-го сорта 50 х 125 мм;

толщина пропила $p = 3$ мм;

номинальная толщина клееного щита $S_{щ} = 32$ мм.

Размеры чистовых заготовок с припусками на обработку:

а) толщина реек для щита:

$$S_p = S_{щ} + \Delta\Phi; \quad S_p = 32 + 6 = 38 \text{ мм}. \quad (13)$$

Примечание. $\Delta\Phi$ - припуск на обработку щита по толщине при калибровании с двух сторон; принимаем $\Delta\Phi = 6$ мм.

б) ширина $B_p = S_d - \Delta S_d$, $\Delta S_d = 5,5$ (табл. 3),

$$B_d = 50 - 5,5 = 44,5 \text{ мм}.$$

Количество реек, получаемых при раскрое черновых заготовок, составит:

$$n = \frac{125 - 3(3-1) - 5,0}{38} = 3 \text{ шт.}$$

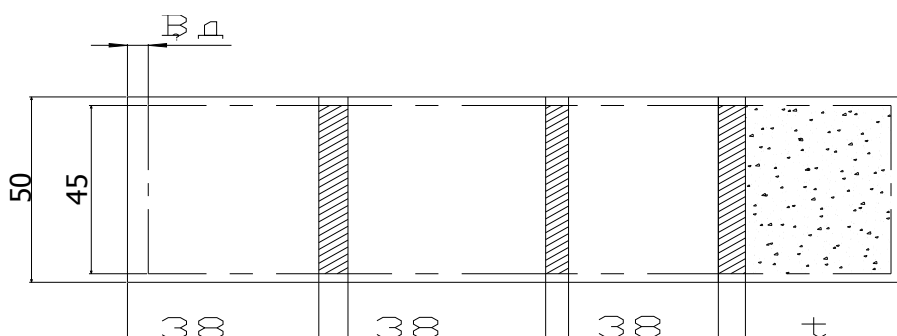


Рис.5. Схема распределения черновых заготовок по ширине исходной доски

Общий коэффициент выхода реек при совмещении операций обработки и раскроя составит:

$$K_2 = \frac{3 \cdot 44,5 \cdot 38}{50 \cdot 125} = 0,81.$$

Объем отходов древесины в виде опилок и стружки на одном участке обработки составит около 19 % объема черновых заготовок. В случаях, когда при продольном раскрое получают рейки размерами $t < 38$ мм, доля отходов возрастает на величину t/B_d , а коэффициент выхода стандартных деталей соответственно уменьшается.

2.3. Отбраковка и торцовка реек

Отбраковка - это отбор деталей, не соответствующих требованиям по размерно-качественным параметрам (пороки древесины, дефекты обработки и др.). Коэффициент выхода может быть определен с удовлетворительной точностью лишь на реальной производственной базе. Он зависит от размеров и качества исходных пиломатериалов, геометрических параметров чистовых заготовок и деталей, ограничений по допуску пороков и дефектов. Очень условно и приближенно в расчетах потребления пиломатериалов для производства клееных щитов можно использовать данные табл. 4.

Таблица 4

Полезный выход заготовок из пиломатериалов после отбраковки деталей

Материал	Сорт	Полезный выход, %	Коэффициент выхода, Кз
Пиломатериалы необрезные хвойных пород	1	80	0,80
	2	67	0,67
	3	50	0,50
	4	40	0,40
Пиломатериалы необрезные (береза)	1...3	42	0,42
Пиломатериалы обрезные	1...4	67	0,67

2.4. Склеивание щитов

На данном участке учитываются потери древесины на упрессовку (если таковые имеются), и отходы по причине производственного брака (некачественное склеивание, пробные щиты и т.д.).

В расчетах следует принимать $K_4 = 0,95 \dots 0,99$. Выбираем $K_4 = 0,95$.

2.5. Обработка клееных материалов

Обработка состоит из обрезки щитов по формату, их калибрования по толщине, а также шлифования одной или обеих поверхностей.

Коэффициент выхода обрезных щитов:

$$K_5 = \frac{[a] \cdot [b]}{ab}, \quad (14)$$

где $[a]$ и $[b]$ – длина и ширина после обрезки и фрезерования кромок, мм;
 a и b – размеры щита после склеивания, мм.

$$K_5 = \frac{600 \cdot 600}{625 \cdot 608} = 0,95.$$

В расчетах коэффициент выхода можно принимать $K_5 = 0,91 \dots 0,96$.

Коэффициенты выхода калиброванных щитов (K_6 и K_7) после их фрезерования или шлифования определяются с учетом рекомендованных припусков на обработку ($\Delta\Phi$ и $\Delta\Pi$), соответственно.

$$K_6 = S_{\text{щ}} / (S_{\text{щ}} + \Delta\Phi).$$

Для щитов толщиной 32 мм (пример):

$$K_6 = 32 / (32 + 6) = 0,842.$$

Коэффициент выхода шлифованных щитов из нешлифованных

$$K_7 = S_{\text{щ}} / (S_{\text{щ}} + \Delta\Pi); \quad K_7 = 32 / 34 = 0,94.$$

Общий выход продукции из пиломатериалов определяется перемножением всех расходных коэффициентов:

$$K_{\text{общ.}} = K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6 K_7; \quad (15)$$

$$K_{\text{общ.}} = 0,93 \cdot 0,83 \cdot 0,67 \cdot 0,95 \cdot 0,95 \cdot 0,84 \cdot 0,94 = 0,39.$$

Потребность в сосновых пиломатериалах 2-го сорта размерами 50 x 125 x 6000 определяется по формуле:

$$V_{\text{п.м}} = 1 / K_{\text{общ.}}; \quad V_{\text{п.м}} = 1 / 0,39 = 2,56 \text{ м}^3.$$

$$1 \text{ м}^3 \text{ клееных щитов} - 1 / (0,6 \cdot 0,6 \cdot 0,32) = 87 \text{ шт.},$$

$$100 \text{ м}^2 \text{ клееных щитов} - 100 / (0,6 \cdot 0,6) = 278 \text{ шт.}$$

Расход пиломатериалов на 100 м² составит:

$$V_{\text{пм}(100\text{м}^2)} = (278 \cdot 2,56) / 87 = 8,2 \text{ м}^3.$$

Таблица 5

Припуск на обработку клееных щитов при шлифовании ($\Delta\text{Ш}$)

Размеры щита, мм			Припуски по				
Толщина	Длина	Ширина	по толщине при ширине делянок		по ширине при условии		по длине (опиливание)
			20...60	60...120	опиливания	фрезерования	
До 30	До 800	До 300	1,5	1,5	10	3	20
		301 ... 600	1,5	2,0	12	4	24
		601 ... 800	2,0	2,0	12	4	30
	801 ... 1600	До 400	1,5	2,0	12	4	25
		401 ... 800	2,0	2,0	14	5	30
		801 ... 1200	2,0	2,5	14	5	30
	1601...2400	До 400	2,0	2,0	14	5	30
		401 ... 800	2,0	2,5	16	6	30
		801 ... 1200	2,5	2,5	16	6	35
От 31 до 95	До 800	До 300	1,5	1,5	12	4	20
		301 ... 600	2,0	2,0	14	4	25
		601 ... 800	2,0	2,5	14	5	30
	801 ... 1600	До 400	2,0	2,0	14	5	25
		401 ... 800	2,0	2,5	16	5	30
		801 ... 1200	2,5	3,0	18	6	35
	1601 ... 2400	До 400	2,5	2,5	16	5	30
		401 ... 800	2,5	3,0	18	6	35
		801 ... 1200	3,0	3,0	18	6	35

ОТЧЕТ №2

**Технология клееных балок и щитов.
Расчет потребления сырья и материалов**

1. Задание**1.1. Изделие**

Представить изделие в виде схемы, рисунка, фото.

1.2. Технические данные.

Дать размеры, требования ТУ, назначение, прочие технические характеристики изделия.

1.3. Сырье и материалы.

Дать характеристику древесного сырья, заданный объем, размеры и т.п.;

1.4. Клеевые материалы.

Назвать марку клеящей смолы, основные характеристики клея по техническим возможностям и назначению.

1.5. Техничко-технологические данные.

Назвать способ склеивания, основное оборудование и т.д.

2. Расчет сырья и материалов

2.1. Структурная схема технологического процесса (пооперационная)

Представить рисунок в виде блок-схемы.

2.2. Схема раскроя сырья на заготовки и детали.

Привести эскизы (рис.).

2.3. Определение пооперационных норм потребления древесины на изготовление продукции.

Привести формулы, примеры расчета и сводную таблицу результатов.

Таблица

Пооперационные нормы потребления древесины
на изготовление продукции

Исходный материал, объем	Показатели выхода заготовок по операциям переработки сырья								Дополнения, пояснения, особые условия и т.д.
	Раскрой №1		Раскрой №2		Строгание (калибрование)		Операции далее по схеме ТП		
	V ₁	K ₁	V ₂	K ₂	V ₃	K ₃	V _n	K _n	
ПМ 1сорт (..... м ³)									
ПМ 3сорт (..... м ³)									

Выход продукции

Коэффициент выхода продукции $K_{\text{общ}} =$

2.4. Расход клеевых материалов (на единицу изделий, на программу)

Привести расчет и представление результатов

3. Предписания к технологическому процессу

3.1. Схема организации участка изготовления продукции.

Дать рисунок в виде блок-схемы операций технологического процесса.

3.2. Технологические параметры процесса.

Представить в виде таблицы.

Таблица

Основные параметры и характеристики технологического процесса

Название изделия	Режим склеивания				Потребление сырья и материалов		Производительность, $\text{м}^3 (\text{м}^2) / \text{ч}$	Объем выпуска, $\text{м}^3 (\text{м}^2)$
	Т, °С	Р, МПа	Время цикла					
			Склеивания	общее	ПМ	клей		
ЩИТ 0,6 x 0,6								

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:.....

Исполнители:

Преподаватель

Библиографический список

Левинский, Ю.Б. Технология строительных материалов и конструкций на основе древесины [Текст] / Ю.Б. Левинский, Г.Н. Левинская, С.А. Поротникова. - Екатеринбург, - 2005г. 119 с.

Гринь, И.М. Проектирование и расчет строительных деревянных конструкций: Справочник [Текст] / И.М. Гринь, В.В. Фурсов, Д.М. Бабушкин и др.- Липецк, - 2005, 237 с.